

## **Analisa Coefficient Of Performance (C.O.P) Menggunakan Kondensor Berpendingin Air Pada Ac Mobil**

**Bayu Pratama**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan  
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

*bayupratama@gmail.com*

### **Abstrak**

*Untuk meningkatkan kemampuan kerja COP (Coefficient Of Performance) maka kondensor di modifikasi dengan menggunakan media air. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data tekanan refrigerant terhadap COP yang menggunakan kondensor berpendingin air, untuk memperoleh data putaran kompresor terhadap COP yang menggunakan kondensor berpendingin air, untuk memperoleh data kinerja putaran kompresor yang terjadi saat kondensor melepaskan kalor. Dalam perhitungan nilai COP dari sistem pendingin, diperlukan pembacaan temperatur refrigeran pada 5 titik diantaranya. Thermocouple tipe K terpasang pada lima titik yaitu pada titik pertama di letakan di selang yang menuju ke kondensor. Pada titik kedua di letakan di selang yang keluar dari kondensor menuju ke receiver dryer, pada titik ke tiga di letakan di selang air yang akan menuju ke radiator, pada titik ke empat di letakan di selang air yang setelah keluar dari radiator menuju ke bak atau wadah air, dan pada bagian titik yang ke lima di letakan pada selang yang akan menuju ke katub ekspansi dan ke evaporator. Pembacaan 5 titik didapatkan dari pembacaan Thermocouple tipe K yang terpasang pada sistem pendingin. Pembacaan pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur thermometer tipe HT-9815 dengan ketelitian  $C O 0,1$ . Dari pengujian 1500 sampai 2100 rpm didapatkan tekanan tinggi 130 Psi dan tekanan rendah 10 Psi dan COP 3,230, dari pengujian 2400 sampai 3000 rpm didapatkan tekanan tinggi 140 Psi dan tekanan rendah 5 Psi dan COP 3,219. Hasil tersebut didapatkan ketika AC Mobil dihidupkan udara dari evaporator keluar ke kabin, kemudian dihisap dengan kompresor ke tekanan rendah dan dikompres lagi ke tekanan tinggi sehingga sewaktu putaran mesin lebih cepat maka tekanan tinggi semakin tinggi dan tekanan rendah semakin rendah.*

**Kata Kunci** : Refrigerasi, Kondensor, COP

## 1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan manusia sekarang ini, tidak lepas dari suatu peran perangkat pendingin atau pengawet makan yang merupakan alat pengkondisian udara (air conditioning), baik itu dalam bidang industri, rumah tangga, pertambangan, komersial, ada nya peningkatan temperatur di bumi (Global warming) membuat kenyamanan yang diinginkan manusia tidak terpenuhi, terutama pada daerah tropis. Dari berbagai macam jenis penggunaan di atas maka sistem pendingin sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Semakin berkembangnya teknologi seharusnya faktor keamanan, kenyamanan, dan keselamatan manusia menjadi suatu prioritas, serta tidak melupakan aspek dari lingkungan yang menjadi sasaran utamanya. (Dossat, R.J. 1981)

Air Conditioner (AC) adalah suatu proses pendinginan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu. Kondensor berfungsi untuk membuang panas yang ada di refrigerant ke lingkungan dengan menggunakan media udara serta dibantu dengan dayadorong blower, uap refrigerant yang keluar dari kompresor memasuki kondensor uap yang bersuhu tinggi ini sebelum masuk ke evaporator terlebih dahulu di dinginkan di kondensor. Untuk meningkatkan kemampuan kerja alat pendingin COP (Coefficient Of Performance) maka kondensor dapat di modifikasi dengan menggunakan pendingin media air, dan blower tidak digunakan lagi sehingga dapat menghemat daya penggerak blower. (Maulana, Devta 2020)

Komponen utama dari penyegar udara adalah kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Kompresor berfungsi mengalirkan dan menaikkan tekanan gas refrigerant yang selanjutnya masuk ke dalam kondensor, kondensor ini berfungsi sebagai alat pemindah panas yang dilepaskan dari uap panas refrigerant ke media pendingin sehingga uap panas refrigerant akan mengalami pengembunan dan perubahan fase dari keadaan uap menjadi cairan. (Kemas Ridhuan 2014).

Kondensor berfungsi untuk membuang panas yang ada di refrigerant ke lingkungan dengan menggunakan media udara serta dibantu dengan daya dorong blower, uap refrigerant yang keluar dari kompresor memasuki kondensor uap yang bersuhu tinggi ini sebelum masuk ke evaporator terlebih dahulu di dinginkan di kondensor. Untuk meningkatkan kemampuan kerja alat pendingin COP (Coefficient Of Performance) maka kondensor dapat di modifikasi dengan menggunakan media air sehingga pada bagian tersebut kita dapat menghemat daya blower yang tidak di pakai. (Maulana, Devta 2020)

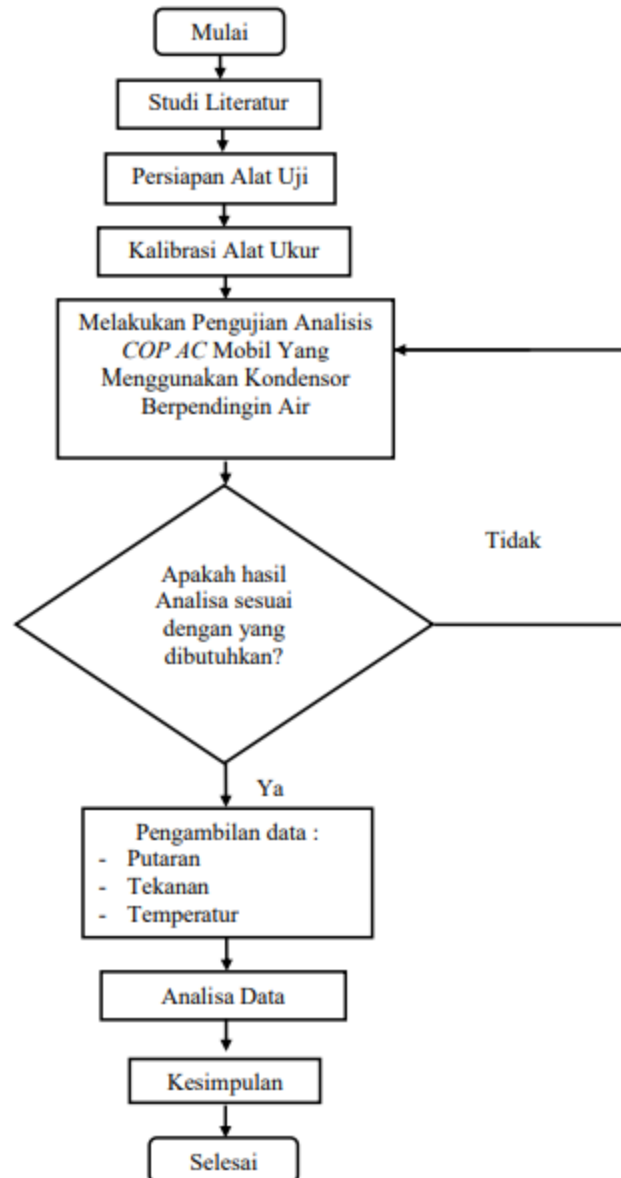
Modifikasi tersebut dilakukan untuk menghemat daya listrik dan air merupakan media pendingin penyerap panas yang baik dibandingkan dengan udara, sehingga diharapkan panas yang disimpan di refrigerant dapat diserap di kondensor secara maksimal. (Kemas Ridhuan 2014)

Dengan proses pembuangan panas yang baik maka akan terjadi kondensasi ( uap panas dari refrigerant berubah menjadi cairan atau mengembun ) yang baik, dengan proses kondensasi yang baik, maka akan membantu kerja komponen-komponen yang lainnya khususnya di evaporator akan terjadi proses penyerapan kalor ( pengupuan cairan refrigerant ) yang baik dari suatu ruang atau benda sehingga di dapatkan harga COP ( Coefficient Of Performance ) yang tinggi. (Kemas Ridhuan 2014).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh data tekanan refrigerant terhadap COP (Coefficient Of Performance) ac mobil yang

menggunakan kondensor berpendingin air. untuk memperoleh data putaran kompresor terhadap COP (Coefficient Of Performance) ac mobil yang menggunakan kondensor berpendingin air. Dan untuk memperoleh data kinerja putaran kompresor yang terjadi saat kondensor melepaskan kalor.

## 2. METODE PENELITIAN



**Gambar 1. Alur Penelitian**

Adapun prosedur penelitian pada saat pengujian di lakukan adalah sebagai berikut:

### Prosedur Penelitian

Alat yang digunakan dalam pengujian sistem refrigerasi ditunjukkan pada Gambar 1 terdiri dari komponen utama yang terdiri atas kompresor, kondensor, katup ekspansi serta evaporator. Aliran refrigeran dihubungkan dengan menggunakan house AC yang telah disesuaikan dengan ukuran setup

eksperimen. Sistem pengukuran tekanan dilakukan dengan menggunakan manifold double multi starmec. Tekanan cairan refrigeran divariasikan dengan tekanan 100, 125 dan 150 psi dengan menggunakan refrigeran jenis R-134a.

Prosedur Persiapan Alat Uji Penelitian.

1. Pemasangan Kondensor. Pemasangan Kondensor bertujuan untuk mengetahui perbandingan COP Pada alat tersebut.
2. Pemvakuman. Pemvakuman bertujuan untuk mengosongkan refrigerant dan menghindari air di dalam laju aliran refrigerant.
3. Pemasangan Sensor Dallas. Pemasangan Kondensor Dallas bertujuan untuk membaca laju aliran refrigerant.
4. Proses Menghidupkan Rangkaian Sistem Ac Mobil. Menghidupkan rangkaian system Ac mobil bertujuan untuk mengetahui kinerja dan rangkaian tersebut.
5. Proses Pengisian Refrigerant. Pengisian Refrigerant bertujuan untuk kebutuhan system pendingin.
6. Proses Mengukur Temperature Laju Aliran Pada Pipa. Mengukur Temperature bertujuan untuk mengontrol tekanan refrigerant yang akan masuk ke compressor ac mobil

### 3. HASIL

**Tabel 1 Hasil Pengujian Putaran Terhadap Tekanan**

Putaran	Tekanan Tinggi	Tekanan Rendah
1. 1500 rpm	130 psi	10 psi
2. 1800 rpm	130 psi	10 psi
3. 2100 rpm	130 psi	10 psi
4. 2400 rpm	140 psi	5 psi
5. 2700 rpm	140 psi	5 psi
6. 3000 rpm	140 psi	5 psi

**Hasil Perbandingan Tabel Ac Mobil Kondensor Berpendingin Air Dan Ac Mobil Berpendingin Udara.**

**Tabel 2. Hasil Pengujian AC Mobil Berpendingin Air.**

Putaran Rpm	Tekanan		Suhu					Kerja Kompresor Kj/Kg	Kalor yang di lepas kondensor Kj/Kg	COP
	Ph	Pl	T <sub>1</sub> <sup>0</sup> C in Kondensor	T <sub>2</sub> <sup>0</sup> C Out Kondensor	T <sub>3</sub> <sup>0</sup> C in Radiator	T <sub>4</sub> <sup>0</sup> C Out Radiator	T <sub>5</sub> <sup>0</sup> C in Ekspansi & Evaporator			
1500	130	10	60,035	39,379	32,593	32,082	33,609	39,66	167,8	3,230
1800	130	10	63	40,17	33,31	34,45	34,63	39,66	167,8	3,230
2100	130	10	72,81	36,47	30,7	27,58	28,95	39,66	167,8	3,230
2400	140	5	74,38	35,28	30,16	27,12	28,63	38,81	163,76	3,219
2700	140	5	76,55	35,61	31,49	28,56	29,2	38,81	163,76	3,219
3000	140	5	80,67	38,43	32,43	29,7	30,99	38,81	163,76	3,219

**Tabel 3 Data Hasil Pengukuran Untuk Tekanan P115 Psi Sirkulasi Udara Dalam Pada Penelitian**

No	Waktu		P <sub>1</sub> (Psig)	P <sub>2</sub> (Psig)	T <sub>1</sub> ( °C)	T <sub>3</sub> ( °C)	Suhu Kabin (°C)
	Nyala	Mati					
1	24:16	24:40	15	135	25	33	20
2	24:50	25:15	15	135	24,9	32,7	20
3	25:25	25:52	15	135	25,1	32,9	20
4	26:02	26:27	15	135	24,8	32,9	20
5	26:36	27:02	15	135	25	32,9	20
6	27:11	27:35	15	135	24,7	33	20
7	27:45	28:10	15	135	25,1	32,5	20
8	28:20	28:49	15	135	24,8	32,9	20
9	28:55	29:17	15	135	24,4	33,3	20
10	29:26	29:53	15	135	24,6	33	20
Rata-rata			15	135	24,84	32,91	20

Kesimpulan Hasil Dari Perbandingan Ac Mobil Berpendingin Air dan Ac Mobil Berpendingin Udara Sebagai Berikut: Berdasarkan perbandingan antara AC mobil berpendingin air dengan AC mobil berpendingin udara maka dapat disimpulkan bahwa suhu masuk ke kondensor AC mobil berpendingin udara lebih dingin daripada AC mobil berpendingin air. Pada suhu masuk ke evaporator Ac mobil berpendingin udara juga lebih dingin daripada AC mobil berpendingin air.

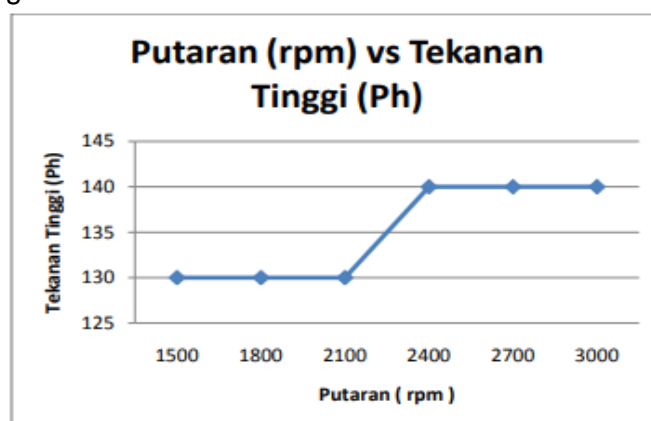
Berdasarkan data hasil pengujian tabel di atas kita dapat menghitung hasil nilai putaran (rpm), tekanan (p), suhu (t), kerja kompressor, kalor yang di lepas kondensor dan cop.

**Tabel 4 Hasil Putaran (rpm) vs Tekanan (P)**

Putaran	Tekanan		
	Rpm	P High	P Low
1500		130	10
1800		130	10
2100		130	10
2400		140	5
2700		140	5
3000		140	5

#### 4. PEMBAHASAN

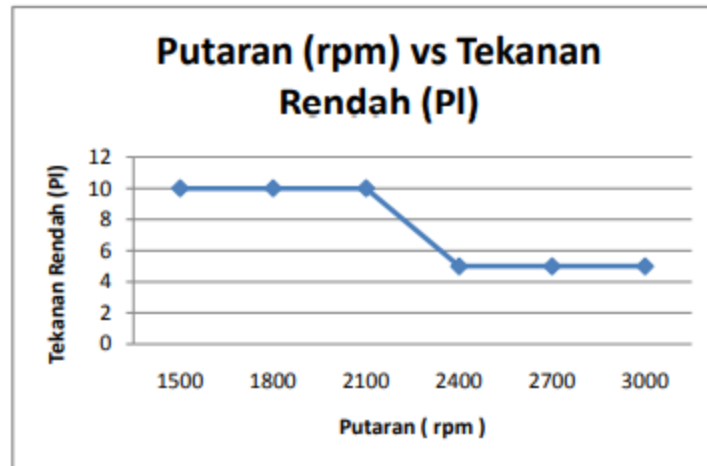
Berdasarkan data hasil perbandingan putaran (rpm) dengan tekanan tinggi (Ph) dan tekanan rendah di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



**Gambar 2 Grafik Putaran (rpm) vs Tekanan Tinggi (Ph)**

Dari Gambar 2 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik tekanan tinggi terhadap putaran kompressor AC mobil, dimana

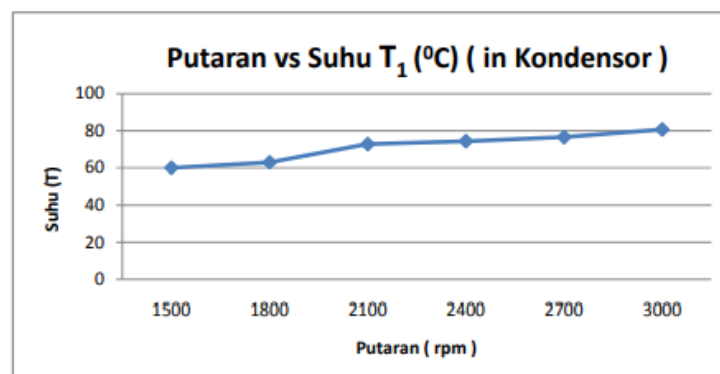
garis grafik putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka tekanan tinggi akan naik menjadi 140 psi. Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka tekanan tinggi akan menurun menjadi 130 psi .



**Gambar 3 Grafik Putaran (rpm) vs Tekanan Rendah (PI)**

Dari Gambar 3 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik tekanan rendah terhadap putaran kompressor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompressor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm maka tekanan rendah akan turun menjadi 5 psi. Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka tekanan rendah akan naik menjadi 10 psi.

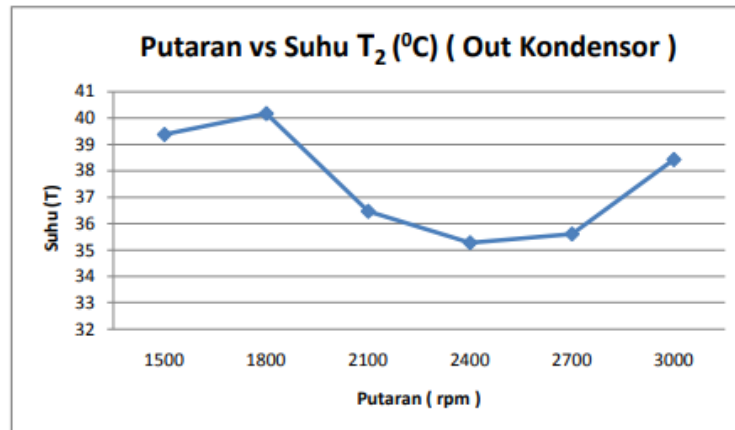
Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan suhu ( $T_1$ ) masuk menuju ke kondensor di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



**Gambar 4 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_1$  ( °C ) In Kondensor**

Dari Gambar 4 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_1$  masuk menuju ke kondensor. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompressor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_1$  masuk menuju ke kondensor akan naik menjadi 80,670C. Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_1$  masuk menuju ke kondensor akan menurun menjadi 60,0350C.

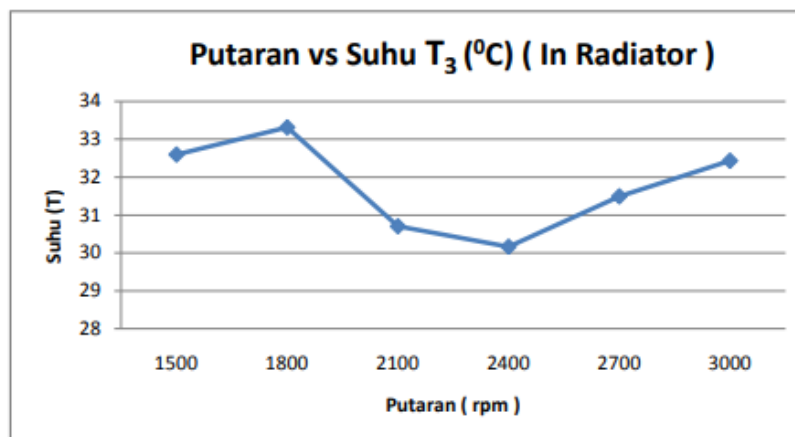
Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan suhu ( $T_2$ ) masuk menuju ke kondensor di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



**Gambar 5 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_2$  ( °C) In Kondensor**

Dari Gambar 5 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_2$  keluar menuju ke kondensor. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_2$  keluar menuju ke kondensor akan turun menjadi 38,43 °C. Apabila garis grafik kecepatan putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_2$  keluar menuju ke kondensor akan naik menjadi 39,379 °C.

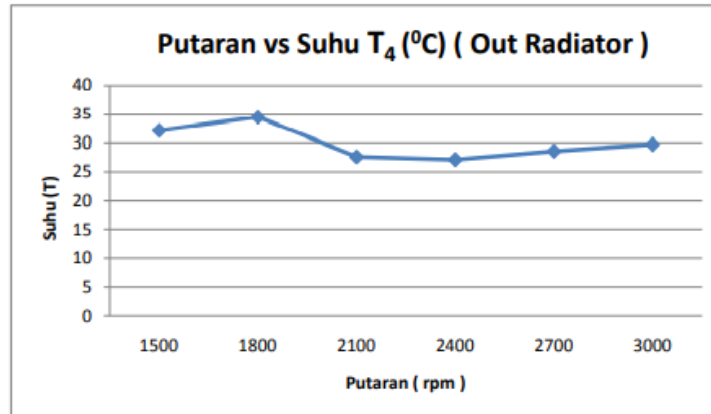
Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan suhu ( $T_3$ ) masuk menuju ke radiator di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



**Gambar 6 Grafik Putaran (Rpm) Vs Suhu  $T_3$  ( °C) In Radiator**

Dari Gambar 6 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_3$  masuk menuju ke radiator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_3$  masuk menuju ke radiator akan turun menjadi 32,43 °C. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_3$  masuk menuju ke radiator akan naik menjadi 32,593 °C. Berdasarkan

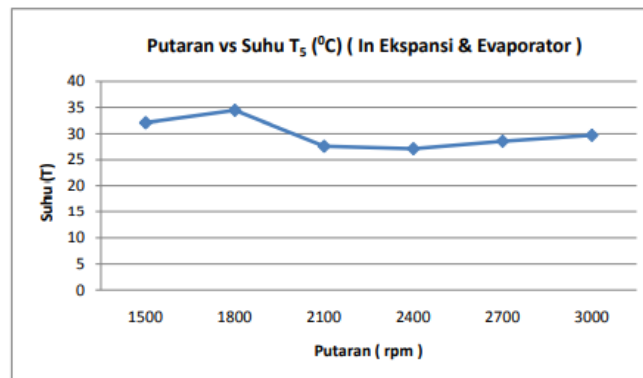
data hasil pengujian putaran (rpm) dengan suhu ( $T_4$ ) keluar menuju ke radiator di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



**Gambar 7 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_4$  ( 0C) Out Radiator**

Dari Gambar 7 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_4$  keluar menuju ke radiator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_4$  keluar menuju ke radiator akan turun menjadi 29,7. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_4$  keluar menuju ke radiator akan naik menjadi 32,082 0C.

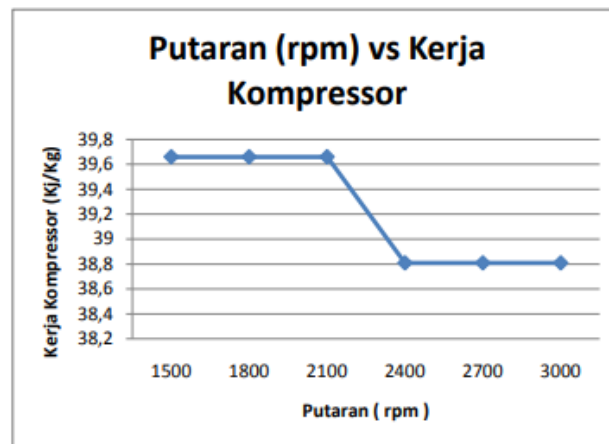
Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan suhu ( $T_5$ ) masuk menuju ke ekspansi dan evaporator di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.



**Gambar 8 Grafik Putaran (rpm) vs Suhu  $T_5$  ( 0C) In Ekspansi & Evaporator**

Dari Gambar 8 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik Suhu  $T_5$  masuk menuju ke ekspansi dan evaporator. terhadap putaran dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik keatas dengan putaran 3000 rpm maka suhu  $T_5$  masuk menuju ke ekspansi dan evaporator akan turun menjadi 30,99 0C. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka Suhu  $T_5$  masuk menuju ke ekspansi dan evaporator akan naik menjadi 33,609 0C.

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan kerja kompressor (Kj/Kg) di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.

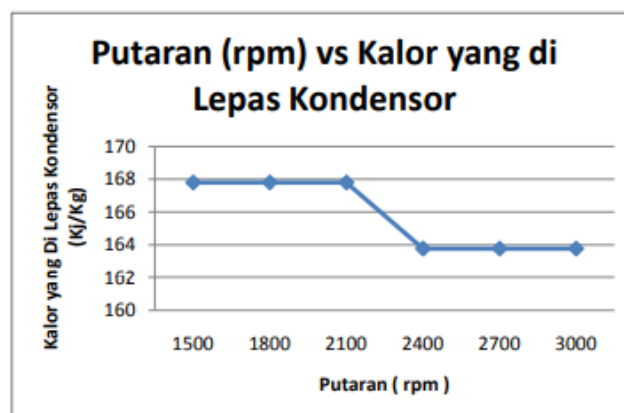


Gambar 9 Grafik Putaran vs Kerja Kompressor

Dari Gambar 9 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik kerja kompressor terhadap putaran kompressor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompressor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm maka kerja kompressor akan turun menjadi 38,81 Kj/Kg. Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka kerja kompressor akan naik menjadi 39,66 Kj/Kg.

Gambar 9 Grafik Putaran vs Kerja Kompressor Dari Gambar 8 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik kerja kompressor terhadap putaran kompressor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompressor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm maka kerja kompressor akan turun menjadi 38,81 Kj/Kg. Apabila garis grafik putaran kompressor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka kerja kompressor akan naik menjadi 39,66 Kj/Kg.

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan kalor yang di lepas kondensor (Kj/Kg) di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini.

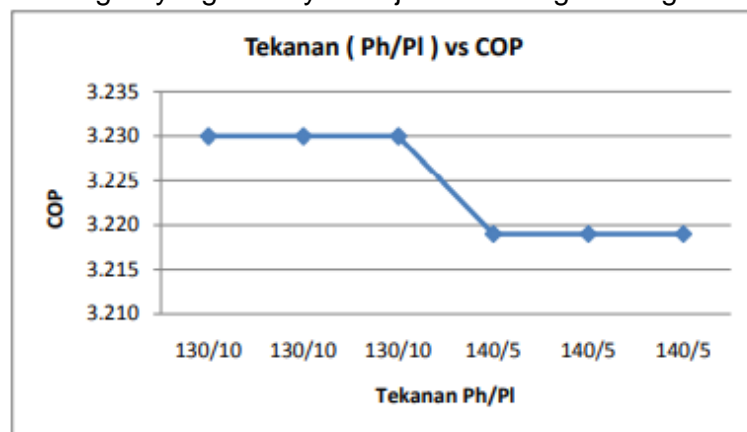


Gambar 10 Grafik Putaran (rpm) vs Kalor yang di lepaskan Kondensor

Dari Gambar 10 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik putaran terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm maka kalor yang di lepas kondensator akan turun menjadi 163,76 Kj/Kg. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka kalor yang di lepas kondensator akan naik menjadi 167,8 Kj/Kg.

Dari Gambar 10 grafik di atas kita lihat perbandingan garis grafik putaran dengan garis grafik putaran terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik putaran kompresor AC mobil naik dengan putaran 3000 rpm maka kalor yang di lepas kondensator akan turun menjadi 163,76 Kj/Kg. Apabila garis grafik putaran kompresor Ac mobil turun dengan putaran 1500 rpm maka kalor yang di lepas kondensator akan naik menjadi 167,8 Kj/Kg.

Berdasarkan data hasil pengujian putaran (rpm) dengan COP di atas dilakukan perhitungan yang hasilnya disajikan dalam gambar grafik di bawah ini



**Gambar 11 Grafik Tekanan ( Ph/ PI ) vs COP**

Dari Gambar 11 grafik di atas kita lihat perbandingan garis tekanan dengan garis grafik COP terhadap putaran kompresor AC mobil, dimana garis grafik tekanan naik dengan tekanan 140Ph/5PI maka COP akan turun menjadi 3,219. Apabila garis grafik tekanan turun dengan tekanan 130Ph/10PI maka COP akan naik menjadi 3,230.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian analisis coefficient of performance ( C.O.P ) ac mobil yang menggunakan kondensator berpendingin air sebagai berikut:

1. Semakin tinggi tekanan refrigerant maka nilai coefficient of performance ( COP) akan menurun dan apabila tekanan refrigerant menurun maka nilai coefficient of performance (COP) akan menjadi naik.
2. Semakin tinggi putaran kompresor maka nilai coefficient of performance (COP) akan menurun dan apabila putaran kompresor menurun maka nilai coefficient of performance (COP) akan menjadi naik
3. Semakin tinggi putaran kompresor maka nilai kalor yang di lepaskan kondensator akan menurun dan apabila putaran kompresor menurun maka nilai kalor yang di lepaskan kondensator akan menjadi naik.
4. Penyebab grafik naik maupun turun yaitu terjadi karena putaran dan tekanan, apabila grafik putaran naik maka grafik tekanan akan naik dan apabila grafik putaran turun maka grafik tekanan akan turun. Karena hasil tersebut di

dapatkan ketika Ac mobil di hidupkan udara dari evaporator keluar ke kabin, kemudian di hisap dengan kompresor ke Tekanan rendah dan di kompres lagi ke Tekanan tinggi sehingga sewaktu putaran mesin lebih cepat maka tekanan tinggi semakin tinggi dan tekanan rendah semakin rendah.

## REFERENSI

- Affandi, A., Umurani, K., & Siregar, C. A. P. (2020). Perancangan Mesin Pengaduk Bumbu Kripik Ubi Untuk Peningkatan Produksi Industri Rumah Tangga Di Desa Sidodadi Ramunia Kecamatan Beringin. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 123-128.
- Ahmad Imam Rifa'i, Novarini Pengaruh Tekanan Refrigerant R-134A Terhadap Nilai Coefficient Of Performance ( C.O.P ).
- Aji Maulana, (2019) Pengaruh Jumlah Lilitan Pipa Kapiler Terhadap Coeficient Of Performance (COP) Sistem Pendingin Ac Mobil, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Gunawan, S., Hasan, H., & Lubis, R. D. W. (2020). Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 38-47.
- Khairil Anwar Efek Beban Pendingin Terhadap Performa Sistem Mesin Pendingin.
- Lubis, S., Damanik, W. S., & Siregar, M. A. (2021, January). DESIGN OF QIBLAT DIRECTION USING HMc 5883L SENSOR. In *Proceeding International Seminar of Islamic Studies* (Vol. 2, No. 1, pp. 178-184).
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Harahap, P., Damanik, W. S., Siregar, R. S., Siregar, M. A., ... & Batubara, S. S. (2020). Pelatihan Penggunaan Sensor HMC 5883L Sebagai Petunjuk Arah Kiblat Sumatera Utara. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 229-237.
- Lubis, S., Siregar, I., & Siregar, A. M. (2020). Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 85-92.
- Lubis, S., Siregar, C. A., Siregar, I., & Hasibuan, E. S. (2020). Kajian Eksperimen Defformasi Tekanan Pada Struktur Sarang Lebah Dengan Variasi Ukuran Hexagonal Yang Diuji Secara Statis. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 01-10.
- Prasetyo Yudi, (2021), Pembuatan Dudukan Sensor Temperatur Ac Mobil Dengan Tembaga, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Nasution, A. R., Affandi, A., & Fuadi, Z. (2020). Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 16-22.
- Rahmatullah, R., Umurani, K., & Siregar, M. A. (2021). Pengembangan Lintasan Pahat Pada Pengefraisan "Umsu" Menggunakan Cnc Tu-3a. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 8-15.
- Siregar, R. A., Umurani, K., Rahmatullah, R., & Cahyo, C. (2019). Pengaruh Diameter Lubang Pada Faktor Konsentrasi Tegangan Untuk Plat Isotropis. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 17-23.
- Siregar, M. A. (2020). Pengaruh Variasi Sudut Keluar Impeler Terhadap Performance Pompa Sentrifugal. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 166-174.
- Siregar, M. A., & Riawansyah, R. (2018). Simulasi Perpindahan Panas Pada Heater Injection Molding Menggunakan Software Solidworks. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 1(1), 39-46.
- Stoecker.F Wilbert, dkk (1989) Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara. Terjemah oleh Ir. Supratman Hara. Jakarta: Erlangga.

- Sudiro, S.T,M.Si. (2015) Visualisasi Sistem Ac Mobil Dengan Pompa Compressor Model Rotary Sebagai Upaya Peningkatan Mutu Pendidikan Dan Keterampilan Bagi Siswa Smk. Jurnal, Surakarta:Politeknik Indonesia.
- Suroso, B., & Prayogi, D. (2019). Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle Dan Kedalaman Penggerindaan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St 37 Menggunakan Mesin Bubut Bergerinda. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 24-33.
- Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- Tito Hadji Agung Santosa, Muhammad Nadjib, Thoharuddin, Muhammad Akhid Riza Efek Variasi Beban Pendingin Terhadap Coefficient Of Performance ( C.O.P ) Alat Uji Pengukuran Koefisien Evaporasi Menggunakan Refrigerant R-134A.
- Umurani, K., Nasution, A. R., & Irwansyah, D. (2021). Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan Rusuk V 90 Derajat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 37-46.